

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

62. 12. 2004

PRIORITY  
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 001 716.6

**Anmeldetag:** 13. Januar 2004

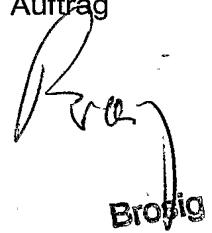
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 D 41/04

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Brotig

5 12.01.2004 SCH  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs  
1. Die Erfindung betrifft ebenfalls ein entsprechendes Steuergerät für eine Brennkraftmaschine.

20 Ein derartiges Verfahren und ein derartiges Steuergerät sind aus der DE 197 43 492 A1 bekannt. Dort ist eine direkteinspritzende Brennkraftmaschine beschrieben, bei der in einem normalen Betrieb der Kraftstoff unter anderem auch während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine direkt eingespritzt werden kann.

25 Zum Starten der Brennkraftmaschine wird dort vorgeschlagen, den Kraftstoff in einer ersten Einspritzung in denjenigen Brennraum direkt einzuspritzen, dessen Kolben sich in der Arbeitsphase befindet. Danach wird der Kraftstoff mit Hilfe der zu dem Brennraum zugehörigen Zündkerze entzündet. Nachfolgend wird Kraftstoff in die anderen Zylinder der Brennkraftmaschine eingespritzt und entzündet, so dass die 35 Brennkraftmaschine eine Drehbewegung beginnt.

Da bei dem beschriebenen Verfahren kein elektrischer Starter erforderlich ist, wird dieses Verfahren auch als Direktstart bezeichnet.

5

Zur Erkennung der Arbeitsphase der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine ist bei der DE 197 43 492 A1 vorgesehen, dass der Drehzahlsensor der Brennkraftmaschine als Absolutwinkelsensor ausgebildet ist, der jederzeit und 10 damit auch nach einem Stillstand der Brennkraftmaschine den Drehwinkel derselben angeben kann.

Aus der DE 199 60 984 A1 ist es bekannt, zur Vorbereitung eines Direktstarts die Brennkraftmaschine beim 15 vorhergehenden Auslaufen gezielt in eine für den Direktstart vorteilhafte Winkelstellung zu bewegen. Zu diesem Zweck ist dort eine Ventilsteuerung vorgesehen, mit der ein erwünschter Kolben beispielsweise gezielt bei einer Winkelstellung der Kurbelwelle von 90 Grad nach dem oberen 20 Totpunkt ausläuft.

#### Aufgabe und Lösung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben 25 einer Brennkraftmaschine und ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine zu schaffen, die einfach und kostengünstig aufgebaut sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren nach 30 dem Anspruch 1 sowie durch ein Steuergerät nach dem Anspruch 8 gelöst.

Mit Hilfe der beiden erfindungsgemäßen Ausgangssignale ist 35 es möglich, beispielsweise denjenigen Zylinder zu ermitteln, dessen Kolben sich in seiner Arbeitsphase

befindet. Zum Zwecke eines Direktstarts kann dann zuerst in diesen Zylinder Kraftstoff eingespritzt werden.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin,  
5 dass kein Absolutwinkelsensor erforderlich ist. Statt dessen genügt es, die beiden Ausgangssignale insbesondere mit Hilfe zweier Sensoren zu ermitteln, die beispielsweise zwei Nockenwellen oder einer Kurbelwelle und einer Nockenwelle zugeordnet sind. Derartige Sensoren sind  
10 wesentlich einfacher aufgebaut und damit wesentlich kostengünstiger als Absolutwinkelsensoren.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung werden die beiden Ausgangssignale einer UND- oder ODER-Verknüpfung  
15 unterzogen. Damit ist es möglich, festzustellen, ob ein Direktstart ohne weiteres oder nur unter bestimmten Randbedingungen möglich erscheint. Durch diese Maßnahmen wird somit die Zuverlässigkeit des vorzunehmenden  
20 Direktstarts vorab überprüft.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle  
25 beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung  
30 bzw. in der Zeichnung.

Figur 1 zeigt ein schematisches Zeitdiagramm der Abfolge der Saug-, Verdichtungs-, Arbeits- und Ausschiebphasen einer vierzylindrigen Brennkraftmaschine, Figuren 2a und 2b  
35 zeigen schematische Zeitdiagramme der Ausgangssignale eines

ersten Ausführungsbeispiels eines Phasengebers, Figur 3 zeigt ein schematisches Zeitdiagramm eines Ergebnisses, das die Arbeitsphasen der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine der Figur 1 kennzeichnet, Figuren 3a bis 5 3d zeigen schematische Zeitdiagramme der Ausgangssignale eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Phasengebers, und Figuren 5a bis 5c zeigen schematische Zeitdiagramme von Ergebnissen, die die Arbeitsphasen der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine der Figur 1 kennzeichnen.

10

In der Figur 1 der vorliegenden Patentanmeldung ist die Abfolge der einzelnen Phasen einer Brennkraftmaschine über der Zeit dargestellt. Diese Phasen entsprechen den in der DE 197 43 492 A1 dargestellten und dort näher erläuterten 15 Takten einer Brennkraftmaschine.

Gemäß der Figur 1 der vorliegenden Patentanmeldung weist die Brennkraftmaschine vier Zylinder Z1, Z2, Z3 und Z4 auf. In jedem dieser Zylinder wird zuerst in einer Ansaugphase S 20 Luft über das Ansaugrohr der Brennkraftmaschine in den Brennraum angesaugt. Dann wird in einer Verdichtungsphase V die angesaugte Luft in dem Brennraum verdichtet.

Gleichzeitig wird in dieser Verdichtungsphase V der Kraftstoff über ein Einspritzventil direkt in den Brennraum 25 eingespritzt. In einer nachfolgenden Arbeitsphase A wird der in dem Brennraum vorhandene Kraftstoff mit Hilfe einer Zündkerze entzündet. Der Kraftstoff verbrennt, wobei die dabei entstehende Expansion des Kraftstoff/Luft-Gemischs den Kolben der Brennkraftmaschine in Bewegung versetzt. 30 Danach wird in einer Ausschiebephase B das verbrannte Kraftstoff/Luft-Gemisch aus dem Brennraum ausgeschoben.

Die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine hat nunmehr einen Winkel von 720 Grad durchlaufen und die erläuterten Phasen 35 der Brennkraftmaschine können wieder von vorne beginnen.

Die einzelnen Phasen S, V, A, B in den einzelnen Zylindern Z1, Z2, Z3, Z4 werden mit Hilfe mindestens einer Nockenwelle und zugehöriger Ventile gesteuert bzw. geregelt.

5

Die vorstehenden Phasen werden in den einzelnen Zylindern der Brennkraftmaschine versetzt zueinander durchlaufen. Die in der Figur 1 gezeigte Abfolge der Zylinder entspricht dabei der bekannten Abfolge einer vierzylindrigen Brennkraftmaschine, nämlich Z1 -> Z3 -> Z4 -> Z2 -> Z1 -> usw..

10

In den Figuren 2a und 2b sind Ausgangssignale P1, P2 eines ersten Phasengebers dargestellt, der der Brennkraftmaschine der Figur 1 zugeordnet ist. Zur Erzeugung dieser Ausgangssignale sind zwei Geberräder vorgesehen, wobei jedem der Geberräder ein Sensor zugeordnet ist. Sind zwei Nockenwellen vorhanden, wovon im vorliegenden Ausführungsbeispiel ausgegangen wird, so sind diese beiden Nockenwellen mit jeweils einem Geberrad versehen. Ist nur eine Nockenwelle vorhanden, so kann zur Erzeugung der Ausgangssignale die Kurbelwelle und die Nockenwelle mit jeweils einem Geberrad versehen sein.

15

Es ist auch möglich, dass nur ein einziges, sogenanntes Zwei-Spur-Geberrad vorhanden ist, das auf der einzigen Nockenwelle angeordnet ist, und dem ein entsprechender Sensor zugeordnet ist.

20

Bei den Sensoren handelt es sich insbesondere um sogenannte True-Power-On-Sensoren, die bereits mit dem Einschalten der Brennkraftmaschine ohne eine Drehung des Geberrads die Stellung des Geberrads erkennen können. Ein derartiger Sensor ist beispielsweise in der DE 100 44 741 A1 beschrieben.

35

Die beiden Geberräder sind derart ausgebildet, dass die beiden Sensoren die Ausgangssignale P1, P2 gemäß den Figuren 2a und 2b erzeugen.

5 Das Ausgangssignal P1 ändert immer dann seinen Wert, wenn ein Übergang zwischen aufeinanderfolgenden Phasen in der Figur 1 vorhanden ist. Das Ausgangssignal P1 weist dabei die Werte "0" und "1" auf. Das Ausgangssignal P1  
10 kennzeichnet damit die einzelnen Phasen der Brennkraftmaschine.

Das Ausgangssignal P2 wird unabhängig von dem Ausgangssignal P1 erzeugt. Das Ausgangssignal P2 ändert  
15 seinen Wert immer bei jedem zweiten Übergang zwischen aufeinanderfolgenden Phasen der Figur 1. Das Ausgangssignal P2 weist dabei ebenfalls die Werte "0" und "1" auf.

20 In der Figur 3 ist ein Ergebnis E dargestellt, das die Arbeitsphasen der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine der Figur 1 kennzeichnet. Das Ergebnis E ergibt sich aus einer Kombination der Ausgangssignale P1 und P2 wie folgt:  
25 Ist  $P1=0$  und  $P2=0$ , so ist  $E=Z1$ ; ist  $P1=1$  und  $P2=0$ , so ist  $E=Z3$ ; ist  $P1=0$  und  $P2=1$ , so ist  $E=Z4$ ; und ist  $P1=1$  und  $P2=1$ , so ist  $E=Z2$ .

Bei dem in dem Ergebnis E angegebenen Zylinder handelt es sich dabei immer um denjenigen Zylinder, der sich in seiner Arbeitsphase A befindet. Damit ist über das Ergebnis E in  
30 jedem Zeitpunkt ermittelbar, in welchen Phasen sich die einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine aktuell befinden.

35 Im Betrieb der Brennkraftmaschine wird dieselbe zur Vorbereitung eines Direktstarts beim Auslaufen gezielt in eine für den Direktstart vorteilhafte Winkelstellung

bewegt. Dies kann beispielsweise entsprechend der DE 199 60 984 A1 erfolgen.

Bei einem nachfolgenden Direktstart wird mit Hilfe der 5 beiden Ausgangssignale P1 und P2 der Figuren 2a und 2b derjenige Zylinder der Brennkraftmaschine bestimmt, der sich aktuell in seiner Arbeitsphase A befindet. Dieser Zylinder kann mit Hilfe der erläuterten True-Power-On-Sensoren sofort ermittelt werden.

10 In diesen Zylinder wird daraufhin zuerst Kraftstoff eingespritzt und entzündet. Danach wird der Kraftstoff aufeinanderfolgend in die weiteren Zylinder eingespritzt und entzündet. Dies erfolgt dabei entsprechend der 15 erläuterten bekannten Abfolge der Zylinder.

Insgesamt ist damit ein Direktstart der Brennkraftmaschine möglich, indem die Brennkraftmaschine beim Auslaufen für einen nachfolgenden Direktstart vorbereitet wird, und indem 20 der sich in seiner Arbeitsphase befindende Zylinder mittels eines Phasengebers ermittelt wird. Ein Absolutwinkelsensor ist dabei nicht erforderlich.

25 In den Figuren 4a bis 4d sind Ausgangssignale P1S1, P1S2, P2S1, P2S2 eines zweiten Phasengebers dargestellt, der der Brennkraftmaschine der Figur 1 zugeordnet ist. Dieser zweite Phasengeber entspricht weitgehend dem ersten Phasengeber der Figuren 2a und 2b; insoweit wird auf die 30 dortigen Erläuterungen verwiesen. Der zweite Phasengeber unterscheidet sich von dem ersten Phasengeber dadurch, dass auf jedem der beiden Geberräder jeweils zwei Spuren vorgesehen sind, und dass damit jedem der beiden Geberräder auch jeweils zwei Sensoren für die beiden Spuren zugeordnet sind.

Die beiden Geberräder und die jeweils zugehörigen beiden Spuren sind derart ausgebildet, dass die zugeordneten vier Sensoren die Ausgangssignale P1S1, P1S2, P2S1 und P2S2 gemäß den Figuren 4a bis 4d erzeugen. Dies kann  
5 beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die bereits erläuterten Geberräder der Figuren 2a und 2b des ersten Phasengebers herangezogen werden und zusätzlich jeweils noch mit einer zweiten Spur versehen werden. Diese zweite Spur kann beispielsweise durch entsprechende Öffnungen oder  
10 dergleichen in dem jeweiligen Geberrad realisiert sein.

Das Ausgangssignal P1S1 entspricht den einzelnen Phasen der Brennkraftmaschine der Figur 1. Das Ausgangssignal P2S1 ändert seinen Wert immer bei jedem zweiten Übergang  
15 zwischen aufeinanderfolgenden Phasen der Figur 1. Die Ausgangssignale P1S1 und P2S1 der Figuren 4a und 4c entsprechen den Ausgangssignalen P1 und P2 der Figuren 2a und 2b.

20 Das Ausgangssignal P1S2 weist aufeinanderfolgende Null- und Eins-Signale auf. Die Dauer der Eins-Signale entspricht einem vorgegebenen Wert, und auch der Abstand  
25 aufeinanderfolgender Eins-Signale entspricht einem vorgegebenen Wert.

Das Ausgangssignal P2S2 ist in gleicher Weise aufgebaut wie das Ausgangssignal P1S2. Das Ausgangssignal P2S2 ist jedoch um einen vorgegebenen Wert gegenüber dem Signal P1S2 zeitlich verschoben.

30 In den Figuren 5a bis 5c sind Ergebnisse E1, E2 und E3 dargestellt, die unter anderem die Arbeitsphasen der einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine der Figur 1 kennzeichnen.

Das Ergebnis E1 der Figur 5a entspricht dem Ergebnis E der Figur 3. Dieses Ergebnis E1 ergibt sich aus einer Kombination der Ausgangssignale P1S1 und P2S2 wie folgt:  
Ist P1S1=0 und P2S1=0, so ist E1=Z1; ist P1S1=1 und P2S1=0,  
5 so ist E1=Z3; ist P1S1=0 und P2S1=1, so ist E1=Z4; und ist P1S1=1 und P2S1=1, so ist E1=Z2.

Bei dem im Ergebnis E1 angegebenen Zylinder handelt es sich wiederum um denjenigen Zylinder, der sich in seiner 10 Arbeitsphase A befindet. Damit ist über das Ergebnis E1 in jedem Zeitpunkt ermittelbar, in welchen Phasen sich die einzelnen Zylinder der Brennkraftmaschine aktuell befinden.

Das Ergebnis E2 ergibt sich aus einer UND-Verknüpfung der 15 beiden Ausgangssignale P1S2 und P2S2. Ist das Ergebnis E2 gleich "1", so charakterisiert dies denjenigen Zeit- bzw. Winkelbereich, in dem ein Direktstart der Brennkraftmaschine ohne weiteres möglich erscheint.

20 Das Ergebnis E3 ergibt sich aus einer EXOR-Verknüpfung der beiden Ausgangssignale P1S2 und P2S2. Ist das Ergebnis E3 gleich "1", so charakterisiert dies denjenigen Zeit- bzw. Winkelbereich, in dem ein Direktstart der Brennkraftmaschine nur unter bestimmten Randbedingungen 25 möglich ist, beispielsweise nur bei einer Betriebstemperatur der Brennkraftmaschine, die sich in einem vorgegebenen Temperaturbereich befindet.

Ist weder das Ergebnis E2 gleich "1", noch das Ergebnis E3 30 gleich "1", so erscheint ein Direktstart nicht ohne weiteres oder zumindest nicht sicher möglich zu sein.

35 Im Betrieb der Brennkraftmaschine wird die Brennkraftmaschine zur Vorbereitung eines Direktstarts beim Auslaufen gezielt in eine für den Direktstart vorteilhafte

Winkelstellung bewegt. Dies kann beispielsweise, wie bereits erläutert wurde, entsprechend der DE 199 60 984 A1 erfolgen.

5 Bei einem nachfolgenden Direktstart wird mit Hilfe der beiden Ausgangssignale P1S1 und P2S1 der Figuren 4a und 4c derjenige Zylinder der Brennkraftmaschine bestimmt, der sich aktuell in seiner Arbeitsphase A befindet. Dieser Zylinder kann mit Hilfe der erläuterten True-Power-On-Sensoren sofort ermittelt werden.

10 Danach wird mit Hilfe der beiden Ausgangssignale P1S2 und P2S2 der Figuren 4b und 4d ermittelt, ob ein Direktstart ohne weiteres möglich erscheint. Dies ist dann der Fall, 15 wenn das Ergebnis E2 gleich "1" ist. In diesem Fall wird daraufhin in denjenigen Zylinder, der sich in seiner Arbeitsphase A befindet, zuerst Kraftstoff eingespritzt und entzündet. Danach wird der Kraftstoff aufeinanderfolgend in die weiteren Zylinder eingespritzt und entzündet. Dies 20 erfolgt dabei entsprechend der erläuterten bekannten Abfolge der Zylinder.

25 Ist das Ergebnis E2 ungleich "1", ist aber das Ergebnis E3 gleich "1", so wird geprüft, ob die erforderlichen Randbedingungen für einen Direktstart erfüllt sind, ob also beispielsweise die Brennkraftmaschine die erforderliche Betriebstemperatur aufweist. Ist dies der Fall, so wird der Direktstart dadurch fortgesetzt, dass daraufhin zuerst in denjenigen Zylinder, der sich in seiner Arbeitsphase A 30 befindet, Kraftstoff eingespritzt und entzündet wird, um danach die anderen Zylinder entsprechend der bekannten Abfolge mit Kraftstoff zu versorgen und zu entzünden.

35 Wird jedoch festgestellt, dass die erforderlichen Randbedingungen nicht erfüllt sind, oder ist weder das

Ergebnis E2, noch das Ergebnis E3 gleich "1", so erscheint ein Direktstart der Brennkraftmaschine nicht ohne weiteres möglich zu sein. In diesem Fall kommen andere Verfahren zum Starten der Brennkraftmaschine zum Einsatz, die nicht

5 Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung sind.

Die vorstehend beschriebenen Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine werden von einem Steuergerät ausgeführt, das ganz allgemein zur Steuerung und/oder Regelung der

10 Brennkraftmaschine vorhanden ist. Das Steuergerät kann insbesondere ein Computerprogramm enthalten, mit dem die erläuterten Verfahren zur Ausführung gebracht werden können.

12.01.2004

5 Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem die Brennkraftmaschine eine Anzahl von Zylindern (Z1, Z2, Z3, Z4) aufweist, wobei in jedem der Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) ein bewegbarer Kolben untergebracht ist, der eine Ansaugphase (S), eine Verdichtungsphase (V), eine Arbeitsphase (A) und eine Ausschiebephase (B) durchlaufen kann, und bei dem der Kraftstoff direkt in einen von dem Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) und dem Kolben begrenzten Brennraum eingespritzt werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass ein erstes Ausgangssignal (P1, P1S1) erzeugt wird, das seinen Wert immer dann ändert, wenn ein Übergang von einer Phase zur nächsten Phase der Brennkraftmaschine vorhanden ist, dass ein zweites Ausgangssignal (P2, P2S1) erzeugt wird, das seinen Wert immer bei jedem zweiten Übergang zwischen zwei Phasen der Brennkraftmaschine ändert, dass die beiden Ausgangssignale (P1, P1S1; P2, P2S2) unabhängig voneinander erzeugt werden, und dass aus den beiden Ausgangssignalen die aktuelle Phase zumindest eines der Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Ausgangssignale (P1, P1S1; P2, P2S2) von zwei Sensoren erzeugt werden, insbesondere von zwei sogenannten True-Power-On-Sensoren.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Sensoren jeweils einem mit der Brennkraftmaschine gekoppelten Geberrad zugeordnet 5 sind.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Geberräder zwei Nockenwellen der Brennkraftmaschine zugeordnet sind, oder dass eines der beiden Geberräder einer Kurbelwelle zugeordnet ist, und dass das andere der beiden Geberräder einer Nockenwelle zugeordnet ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei weitere Ausgangssignale (P1S2, P2S2) erzeugt werden, deren UND-Verknüpfung denjenigen 15 Zeit- bzw- Winkelbereich kennzeichnet, in dem ein Direktstart möglich erscheint.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zwei weitere Ausgangssignale (P1S2, P2S2) erzeugt werden, deren EXOR-Verknüpfung denjenigen 20 Zeit- bzw- Winkelbereich kennzeichnet, in dem ein Direktstart nur unter bestimmten Randbedingungen möglich erscheint.
7. Computerprogramm für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, dadurch gekennzeichnet, dass es zur 25 Anwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 programmiert ist.
8. Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine eine Anzahl von Zylindern (Z1, Z2, Z3, Z4) aufweist, wobei in 30 jedem der Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) ein bewegbarer Kolben untergebracht ist, der eine Saugphase (S), eine

Verdichtungsphase (V), eine Arbeitsphase (A) und eine Ausschiebephase (B) durchlaufen kann, und wobei der Kraftstoff direkt in einen von dem Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) und dem Kolben begrenzten Brennraum eingespritzt werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Steuergerät ein erstes Ausgangssignal (P1, P1S1) erzeugt werden kann, das seinen Wert immer dann ändert, wenn ein Übergang von einer Phase zur nächsten Phase der Brennkraftmaschine vorhanden ist, dass durch das Steuergerät ein zweites Ausgangssignal (P2, P2S1) erzeugt werden kann, das seinen Wert immer bei jedem zweiten Übergang zwischen zwei Phasen der Brennkraftmaschine ändert, dass die beiden Ausgangssignale (P1, P1S1; P2, P2S2) unabhängig voneinander erzeugt werden können, und dass durch das Steuergerät aus den beiden Ausgangssignalen die aktuelle Phase zumindest eines der Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) ermittelt werden kann.

9. Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahrzeug, dadurch gekennzeichnet, dass ein Steuergerät nach Anspruch 8 vorgesehen ist.

12.01.2004 SCH  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

5

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

 1.0 Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs beschrieben. Die Brennkraftmaschine weist eine Anzahl von Zylindern (Z1, Z2, Z3, Z4) auf, wobei in jedem der Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) ein bewegbarer Kolben untergebracht ist, der eine Saugphase (S), eine Verdichtungsphase (V), eine Arbeitsphase (A) und eine Ausschiebephase (B) durchlaufen kann. Der Kraftstoff kann direkt in einen von dem Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) und dem Kolben begrenzten Brennraum eingespritzt werden. Ein erstes Ausgangssignal (P1) wird erzeugt, das seinen Wert immer dann ändert, wenn ein Übergang von einer Phase zur nächsten Phase der Brennkraftmaschine vorhanden ist. Ein zweites Ausgangssignal (P2) wird erzeugt, das seinen Wert immer bei jedem zweiten Übergang zwischen zwei Phasen der Brennkraftmaschine ändert. Die beiden Ausgangssignale (P1, P2) werden unabhängig voneinander erzeugt, und aus den beiden Ausgangssignalen wird die aktuelle Phase zumindest eines der Zylinder (Z1, Z2, Z3, Z4) ermittelt.

Figuren 1, 2a, 2b

1 / 2

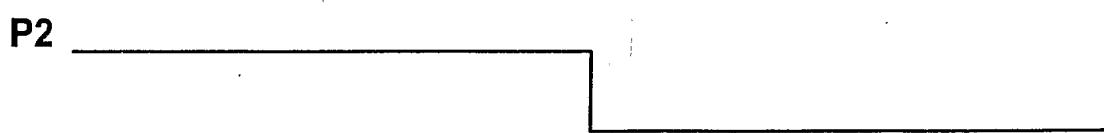
**Fig. 1**

Z1	S	V	A	B
Z2	V	A	B	S
Z3	B	S	V	A
Z4	A	B	S	V

**Fig. 2a**



**Fig. 2b**



**Fig. 3**

E	Z4	Z2	Z1	Z3
---	----	----	----	----

**Fig. 4a**

P1S1



**Fig. 4b**

P1S2



**Fig. 4c**

P2S1



**Fig. 4d**

P2S2



**Fig. 5a**

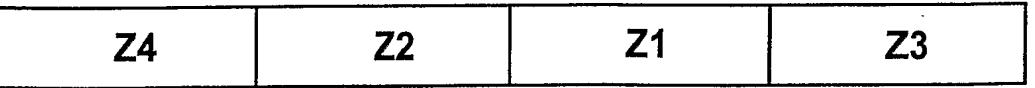
E1

Z4

Z2

Z1

Z3



**Fig. 5b**

E2



**Fig. 5c**

E3

